



JURNAL AERASI

ISSN (Online) xxxx-xxxx

JURNAL AERASI
JAERASI

PEMANFAATAN LIMBAH ABU DASAR BATUBARA (*BOTTOM ASH*) SEBAGAI ADSORBEN LOGAM FE PADA LIMBAH CAIR PLTU TELUK SIRIH, SUMATERA BARAT

Azizah, Sri Yanti Lisha

Teknik Lingkungan Sekolah Tinggi Teknologi Industri (STTIND) Padang

*Corresponding Author Email : azizahaziyar@gmail.com

Abstrak: Abu dasar batubara (*Bottom Ash*) adalah limbah B3 yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga *thermal* yang jumlahnya semakin banyak dan sangat berpotensi mencemari lingkungan. Abu dasar batubara (*Bottom Ash*) telah banyak dimanfaatkan sebagai adsorben pada penyisihan parameter pencemar dalam limbah cair karena mempunyai porositas tinggi dan luas permukaan besar. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa *bottom ash* ini mempunyai kandungan utama silika, iron, alumina, magnesium dan SO_3 , dan *bottom ash* merupakan suatu media adsorpsi yang digunakan untuk mengadsorb limbah. Pada penelitian ini *bottom ash* dimanfaatkan sebagai adsorben penyisihan logam Fe pada limbah cair dengan studi kasus limbah cair PLTU Teluk Sirih, Sumatera Barat. Produk akhir *Bottom Ash* akan berbentuk serbuk dengan ukuran 60 mesh dan di aktifasi dengan basa kuat yaitu Natrium Hidroksida. Dengan proses aktifasi tersebut diharapkan dapat merusak permukaan *bottom ash* sehingga penyerapan terhadap logam Fe lebih besar. Proses adsorpsi dilakukan dengan cara pengadukan 700 rpm dengan variasi waktu dan konsentrasi aktifator yang berbeda. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat kondisi optimum penurunan efektifitas terhadap penyisihan logam Fe pada sampel limbah cair. Alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi logam Fe adalah spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 510 nm. Limbah cair yang di uji adalah limbah cair pada kolam inlet WWTP PLTU Teluk Sirih dengan konsentrasi Fe awal adalah 3,52 Ppm. Setelah dilakukan proses adsorpsi dengan adsorben *bottom ash* yang telah di aktivasi NaOH 3 M dan waktu kontak 7 jam konsentrasi logam Fe pada limbah cair turun hingga 0.05 ppm dengan persentase efektifitas penyerapan adalah 98,60 %. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa adsorben *bottom ash* efektif digunakan sebagai adsorben pada limbah cair.

Kata Kunci: Adsorben, adsorpsi, *Bottom Ash*, Logam Fe,

PENDAHULUAN

PLTU Teluk Sirih Sumatera Barat, adalah pembangkit berbahan baku batubara yang beroperasi sejak tahun 2014. PLTU ini menggunakan sistem kerja CFB (*Circulating Fluidized Bed*) artinya tidak langsung membakar batu bara untuk menciptakan uap, namun mencampur dengan pasir silika serta kapur untuk menghantarkan panas. Limbah padat yang dihasilkan adalah *fly ash* (abu terbang) dan *bottom ash* (abu dasar). *Bottom ash* merupakan sisa pembakaran batu bara yang mengalami pembakaran pada suhu tinggi (1200° - 1400° C). Perlakuan yang dialami oleh *bottom ash* ini hampir sama dengan proses aktivasi fisik karbon dimasukkan kedalam reaktor dan dikarbonisasi pada suhu tinggi (800°C - 1000°C). Semakin tinggi suhu aktivasi semakin aktif karbon yang dihasilkan. Proses pembakaran yang terjadi biasanya hanya menyebabkan *bottom ash* mempunyai pori-pori dalam



jumlah banyak sehingga memiliki kemampuan penyerapan yang tinggi. (Arbi, Aidha and Deflianti, 2018)

PLTU Teluk Sirih juga menghasilkan limbah cair yang cukup banyak karena bahan cair menjadi komponen utama pada industri ini. Air limbah bersumber dari proses pencucian (dengan atau tanpa bahan kimia) dari semua peralatan logam, *blowdown cooling tower*, *blowdown boiler*, laboratorium, dan regenerasi resin *water treatment plant* selama ini diolah dengan Waste Water Treatment Plant (WWTP) tanpa ada pengolahan penyerapan logam. Sehingga jika tidak ada pengolahan penyerapan logam dikhawatirkan dapat mempengaruhi keadaan lingkungan sekitar karena mengandung logam berat yaitu klorin (Cl_2), kromium total (Cr), tembaga (Cu), besi (Fe), seng (Zn) (Arbi and Irsad, 2018).

Pemanfaatan limbah *bottom ash* PLTU teluk sirih untuk menjadi adsorben logam besi (Fe) pada limbah cair karena dapat mendayagunakan *bottom ash* yang merupakan limbah terbuang menjadi bahan yang berguna untuk PLTU itu sendiri. Karena selama ini di PLTU, limbah *bottom ash* hanya di tumpuk di landfill saja dan berpotensi mencemari lingkungan sekitar.

METODOLOGI

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang penulis lakukan adalah yang bersifat eksperimen yaitu metode penelitian yang bertujuan mengetahui perbandingan efektifitas adsorben *bottom ash* yang diaktifasi dengan tanpa aktifasi. Penelitian eksperimen yaitu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh pelaku tertentu terhadap yang lain dalam kondisi terkendali (Sugiyono, 2010).

Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi : *Oven*, Ayakan (*screen*) ukuran 60 mesh, Lumpang dan Alu, Gelas Ukur 250 mL, Gelas Kimia 500 mL, Cawan penguap, Gunting, Spatula, Neraca analitik OHAUS, Plastik, Karet, Phipps & Birds Stirrer, *Hot plate stirrer SB 162-3*, spektrofotometer dr 6000.

2. Bahan

Bahan – bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi : Limbah cair, Limbah *bottom ash*, Natrium Hidroksida 1M, Natrium Hidroksida 2M, Natrium Hidroksida 3M, Aquades,

Prosedur Kerja

1. Prosedur Pembuatan Dan Aktifasi Adsorben Dari Limbah *Bottom Ash*
2. Panaskan Abu bawah batu bara pada temperatur 105°C dalam oven selama 12 jam.
3. Selanjutnya abu bawah diayak dengan ukuran 60 mesh (disebut adsorben *bottom ash* belum di aktifasi)
4. Selanjutnya *bottom ash* di aktifasi dengan NaOH 1M, 2M, 3M.
5. Sebanyak 31,25 gram abu bawah dicampur dengan 250 mL larutan NaOH 1M, 2M, 3M.
6. Campuran tersebut kemudian dipanaskan dan distirrer pada suhu $85-90^{\circ}\text{C}$ selama 5 jam.
7. Hasil perlakuan tersebut disaring dan residu yang dihasilkan dikeringkan dalam oven pada temperatur 105°C selama 12 jam.
8. Selanjutnya, abu bawah yang telah diaktifasi dihaluskan dan diayak dengan ukuran 60 mesh untuk menghomogenkan ukuran partikel. (Wardani, 2012)



Proses Adsorpsi Logam Fe Pada Limbah Cair Dengan Adsorben *Bottom Ash*

1. Dimasukkan Air Limbah PLTU Teluk Sirih kedalam beaker glass 500 mL.
2. Tambahkan 10 gram *bottom ash* yang telah diaktifasi (NaOH 1 M, 2M dan 3 M).
3. Dilakukan pengadukan dengan stirrer magnetic dengan mengatur kecepatan maksimal 700 ppm.
4. Hentikan pengadukan pada menit ke 120, 240 dan 300.
5. Lakukan penyaringan pada larutan dengan kertas saring whatman 41.
6. Lakukan perlakuan yang sama dengan adsorben dengan *bottom ash* yang tidak di aktifasi.

Pemeriksaan Kadar Fe dengan alat Spektrofotometer UV-Vis

1. Hasil sampling yang telah di saring diperiksa dengan alat spektrofotometer UV-Vis.
2. Tekan tombol power pada alat dan biarkan sampai ready.
3. Pilih program yang akan digunakan yaitu untuk pemeriksaan Fe digunakan program Iron FerroVer dengan panjang gelombang 510 nm.
4. Masukkan aquades pada kuvet dan baca pada spektrofotometer sebagai blangko. Tekan tombol Zero.
5. Setelah angka pada layar menunjukkan angka 0.0 mg/L.
6. Masukkan sampel ke dalam kuvet. Tambahkan pereaksi logam Fe kemudian aduk sampai homogen.
7. Diamkan selama 3 menit.
8. Ukur konsentrasi Fe ada sampel dengan menekan tombol Read.
9. Catat pembacaan konsentrasi Fe yang terbaca pada alat spektrofotometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk Hasil

Pembuatan adsorben dari *bottom ash* membutuhkan waktu sekitar 4 hari dimulai dari proses sampling, pengeringan, perendaman dan penggerusan sampai pengayakan dan bisa di gunakan sebagai adsorben. Sampling *bottom ash* dilakukan di tempat penyimpanan sementara (TPS B3 FABA) oleh operator PLTU dengan SOP yang telah di tetapkan dan hanya boleh dilakukan sampling oleh orang tertentu karena limbah ini termasuk limbah B3.

Produk pemanfaatan limbah bottom rash ini berbentuk serbuk dan bersifat tidak larut dalam air. Setelah proses sampling, *bottom ash* dikeringkan dalam oven 105°C selama 12 jam. Proses pengeringan dilakukan untuk memastikan hilangnya air yang terkandung didalam *bottom ash* karena TPS *bottom ash* berada pada area terbuka. Alat yang digunakan untuk proses pengeringan adalah oven dan suhu yang digunakan adalah 105°C karena diharapkan pada suhu tersebut air yang terkandung dalam limbah *bottom ash* dapat menguap secara keseluruhan. Lama proses pengeringan menentukan lama kontak *bottom ash* dengan panas. *Bottom ash* adalah bahan yang kuat terhadap panas sehingga dapat dipastikan *bottom ash* tidak akan rusak meskipun dalam waktu pengeringan yang cukup lama yaitu 12 jam.



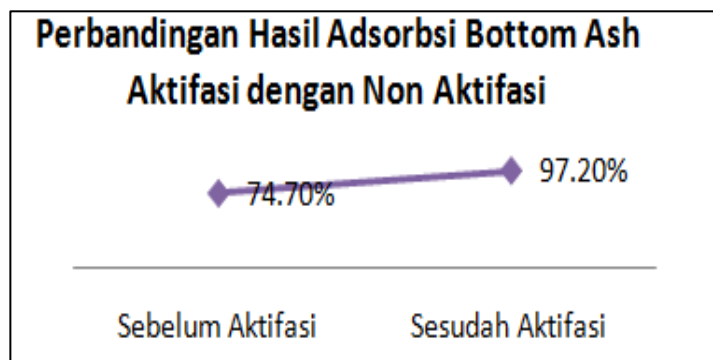
Gambar 1. Produk Adsorben Bottom Ash

Hasil Uji

Dari hasil uji laboratorium yang dilakukan Laboratorium PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan dan Pengendalian Pembangkitan Teluk Sirih maka diperoleh data sebagai berikut

Pengaruh penggunaan aktifator pada adsorpsi logam Fe

Suhu pemanasan yang tinggi membuat *bottom ash* memiliki porositas yang tinggi dan luas permukaan yang besar. Namun untuk hasil yang maksimal *bottom ash* perlu di di aktifasi dengan larutan basa kuat yaitu NaOH. NaOH bereaksi dengan permukaan abu batubara. Reaksi awal NaOH terhadap abu batubara dengan merusak rantai silika dan alumina pada permukaan abu batubara. Peningkatan konsentrasi larutan alkali yang menyerang abu batubara ini menyebabkan kerusakan rantai silika dan alumina semakin meningkat sehingga perluasan lubang pada permukaan abu batubara semakin besar. Hal tersebut dapat dimanfaatkan untuk menyerap logam berat pada limbah industri. Proses aktivasi abu bawah batubara dengan larutan NaOH dapat merusak lapisan luar abu bawah batubara yang rapat, sehingga gugus-gugus aktif yang ada didalamnya, seperti silika dan alumina, keluar ke permukaan abu bawah. Hasil perbandingan penyerapan logam Fe dengan aktifator dan tanpa aktifator dapat dilihat pada gambar 2.

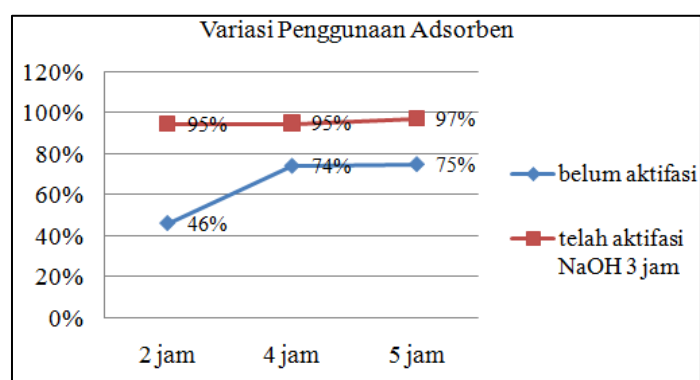


Gambar 2. Perbandingan Hasil Adsorpsi Bottom Ash Aktifasi dan Non Aktifasi



Pengaruh Waktu Kontak terhadap penyerapan logam Fe

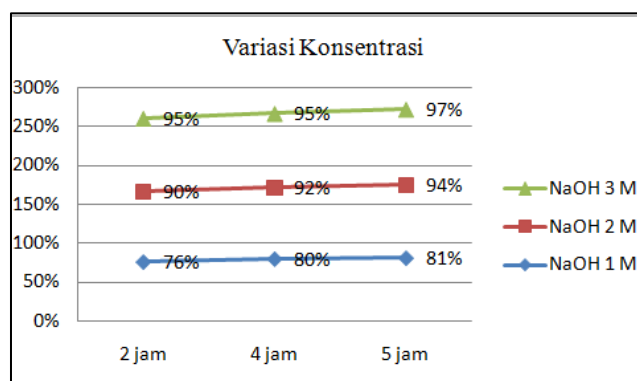
Waktu kontak yaitu waktu / lama larutan limbah yang mengandung logam Fe dengan *bottom ash* teraktifasi yang memberikan penyerapan terhadap logam Fe. Data adsorbansi terhadap larutan logam Fe sisa diukur menggunakan spektrofotometer serapan atom yang dimasukkan ke dalam persamaan regresi kurva standar larutan Fe. Namun pada alat spektrofotometer yang digunakan dapat langsung menunjukkan konsentrasi Fe dalam bentuk satuan ppm. Konsentrasi yang telah diperoleh adalah Konsentrasi logam Fe yang tidak dapat diserap oleh *bottom ash* yang teraktifasi. Interaksi antara *bottom ash* teraktifasi dengan limbah yang mengandung logam Fe dilakukan dengan variasi lama waktu 2 jam, 4 jam, 5 jam. Data pengaruh lama waktu kontak dengan pengadukan 700 rpm dapat dilihat pada gambar 3..



Gambar 3. Variasi penggunaan adsorben

Pengaruh Konsentrasi Aktifator Pada Adsorpsi Logam Fe

Lapisan permukaan partikel batubara berbentuk *glossy* ini harus dihancurkan agar gugus aktif didalamnya yang memiliki aktifitas tinggi keluar permukaan abu bawah. (Yan.dkk, 2003 dan Goni dkk. 2003). Untuk menghancurkan gugus aktif tersebut maka dilakukan proses aktifasi. Sehingga setelah proses aktifasi ini diharapkan mampu menghancurkan lapisan luar dari *bottom ash* untuk mendapatkan gugus-gugus aktif didalamnya dan membuka pori-pori abu bawah agar kemampuan *bottom ash* dalam mengadsorbsi logam berat. Menurut Davidovits dalam penelitian Irani (2009) larutan alkali kuat dapat digunakan untuk bereaksi dengan Silikon (Si) dan aluminium (Al) dalam *bottom ash*. Maka dilakukan penelitian variasi konsentrasi aktifator dalam penyerapan logam Fe. Hasil penelitian dapat dilihat pada gambar 4.

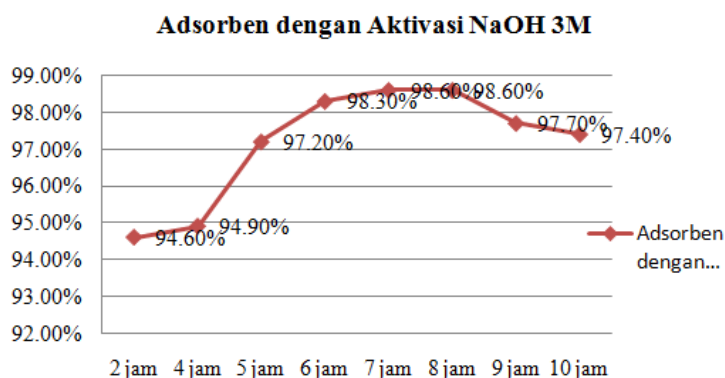


Gambar 4. Variasi Konsentrasi



Penentuan Waktu Optimum Penyerapan Logam Fe

Waktu optimum adalah waktu kontak larutan limbah yang mengandung logam Fe dengan *bottom ash* Teraktifasi NaOH 3 M yang memberikan penyerapan logam Fe terbesar oleh adsorben. Data adsorbansi terhadap larutan logam Fe sisa diukur menggunakan spektrofotometer serapan atom yang dimasukkan ke dalam persamaan regresi kurva standar larutan Fe. Namun pada alat spektrofotometer yang digunakan dapat langsung menunjukkan konsentrasi Fe dalam bentuk satuan ppm. Konsentrasi yang telah diperoleh adalah Konsentrasi logam Fe yang tidak dapat diserap oleh *bottom ash* yang teraktifasi. Pada penelitian waktu optimum ini sampel limbah yang mengandung logam Fe di tambahkan adsorben *bottom ash* yang telah teraktifasi konsentrasi aktifator dengan efektifitas penyerapan yang tinggi yaitu NaOH 3 M kemudian dilakukan pengadukan dengan kecepatan 700 rpm dan dilakukan sampling jam ke 5, jam ke 6, jam ke 7, jam ke 8, jam ke 9 dan jam ke 10. Untuk melihat dimanakah waktu optimum penyerapan adsorben terhadap logam Fe.



Gambar 5. kurva penyerapan logam Fe

Pada gambar 5 diatas menunjukan kurva penyerapan logam Fe pada limbah cair oleh adsorben *bottom ash*. Dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan adsorpsi pada jam ke 5 dan terus naik pada jam ke 7 dan dalam kondisi stabil di jam ke 8. Pada penelitian sebelumnya (waktu kontak jam ke 2, jam ke 4 dan jam ke 5) dapat diketahui bahwa semakin lama waktu kontak yang terjadi pada proses adsorpsi maka semakin besar adsorbat yang dapat teradsorpsi. Namun pada penelitian penentuan waktu optimum ini terjadi penurunan daya penyerapan pada jam ke 9. Penurunan ini terjadi karena lapisan luar *bottom ash* teraktifasi telah jenuh sehingga kurang mampu mengadsorpsi logam Fe. Jadi berdasarkan penelitian yang telah dilakukan bahwa waktu optimum penyerapan logam Fe oleh adsorben *bottom ash* terjadi pada jam ke 7.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Adsorben *bottom ash* yang di iaktivasi mempunyai efektifitas yang lebih baik di bandingkan dengan adsorben *bottom ash* yang belum dikativasi.
2. Efektifitas adsorben *bottom ash* telah teruji melalui hasil penelitian yang didapatkan yaitu pada Adsorben yang di aktivasi dengan konsentrasi 3 M dan waktu kontak 5 jam, yakni 97,20 %.



JURNAL AERASI

ISSN (Online) xxxx-xxxx

JURNAL AERASI
JAERASI

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irani K, Fansuro, H dan Atmaja L,.2009. “Modifikasi Permukaan Abu Layang Menggunakan NaOH dan Aplikasinya untuk Geopolimer. Sifat Fisi dan Mekanik”. Magister Kimia ITS. Surabaya.
- [2] Kusmiyati,dkk. “pemanfaatan karbon aktif arang batubara (kaab) untuk menurunkan kadar ion logam berat Cu^{2+} dan Ag^{+} pada limbah cair industri”, Reaktor.Surakarta. 2012.Vol. 14.
- [3] Tim praktkum kimia instrumen.(2016). “Panduan Praktikum Kimia Instrumen”. UPI. Bandung. 2016.
- [4] Wardani Ratih, “Modifikasi Abu Bawah Batubara (Bottom Ash) menggunakan Larutan Basa Kuat Natrium Hidroksida”. Journal of Pharmacy and Science. Surabaya. 2018.Vol. 3 2527-6328
- [5] Wardani Ratih, “Pemanfaatan Abu Bawah Batubara (Bottom Ash) Teraktivasi Sebagai Adsorben Ion Logam Cd^{2+} ”. ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga. Surabaya. 2012.
- [6] Arbi, Y., Aidha, E. R. and Deflianti, L. (2018) ‘Analisis Nilai Kalori Briket Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif Di Kecamatan Sipora Utara Kabupaten Mentawai’, *Jurnal PTK: Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 1(3), pp. 119–123.
- [7] Arbi, Y. and Irsad, M. (2018) ‘Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Menjadi Briket Arang Sebagai Bahan Bakar Alternatif’, *CIVED*, 5(4), pp. 1–9.